

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКА ДЕРЖАВНА ІНЖЕНЕРНА АКАДЕМІЯ

АНОСОВ ДМИТРО ОЛЕКСІЙОВИЧ

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ
ЛИВАРНОГО ЦЕХУ ВАТ «ЗАПОРІЖСТАЛЬ» ЗА РАХУНОК
ВИКОРИСТАННЯ БІОГАЗОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Спеціальність: 8.05070108 – Енергетичний менеджмент

Автореферат магістерської кваліфікаційної роботи

Запоріжжя – 2016

Робота виконана на кафедрі ефективності енергозабезпечення

Науковий керівник к.т.н., доц. Коваленко Віктор Леонідович

Рецензент:

Провідний інженер ДнЕСДП НЕК «Укренерго» Величко Віктор Вікторович

Захист відбудеться

«14» січня 2016 р.

Роботу надано до захисту

«12» січня 2016 р.

Завідувач кафедри

Ю.Г. Качан

Декан факультету

А. І. Чепрасов

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи. В сучасних умовах природний газ, як один з головних видів палива для української промисловості, стає все більш дефіцитним та балансує на межі економічної доцільності його використання. Тому питання ефективної заміни цього енергоресурсу альтернативними з кожним днем набуває актуальності. До них, у першу чергу, належить біогаз, який є достатньо розповсюдженим у якості палива в аграрному секторі, але, через ряд факторів, до сих пір залишається незатребуваним на промислових підприємствах.

Разом з цим існує багато передумов використання біогазових технологій для енергозабезпечення термічних та нагрівальних печей, як основних споживачів природного газу в ливарних цехах. Проте наукова база щодо переведення зазначених агрегатів на біогаз має неструктурований характер, а у багатьох важливих питаннях взагалі є відсутньою.

Мета роботи. Виявити можливість та доцільність використання біогазових технологій для підвищення енергоефективності термічних та нагрівальних печей.

Для досягнення поставленої мети у роботі треба вирішити наступні задачі:

- визначити енергетичні, техніко-економічні та екологічні аспекти використання біогазових технологій в умовах промислових підприємств;
- дослідити особливості головного промислового обладнання, яке споживає природний газ та найбільш підходить для переведення на біогаз;
- розробити математичний апарат, що дозволить визначити можливість, доцільність та ефективність використання зазначених технологій в ливарному виробництві;
- визначити техніко-економічні показники оптимального варіанту застосування біогазу для підвищення енергоефективності пічних установок;

- надати рекомендації щодо подальшого використання біогазових технологій в промисловості.

Об'єктом дослідження є газове пічне обладнання в умовах ливарного цеху ВАТ «Запоріжсталь».

Предметом дослідження є використання біогазу як альтернативного палива для пічних установок промислових підприємств.

Методи досліджень. Аналіз, порівняння, прогнозування, моделювання, статистичні методи, метод приведених витрат.

Публікації. За результатами роботи опубліковано 2 статті у фахових журналах з переліку ВАК України.

Структура і об'єм кваліфікаційної роботи:

Кваліфікаційна робота складається із вступу, 3 розділів, висновків, переліку посилань.

Робота викладена на 95 сторінках комп'ютерного тексту, включає 15 рисунків; 12 таблиць; 38 джерел.

ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтована актуальність теми. Необхідність створення наукової бази щодо використання біогазових технологій в промисловості, зокрема у ливарних цехах металургійних підприємств.

ДОСЛІДЖЕННЯ АСПЕКТІВ ВИКОРИСТАННЯ БІОГАЗОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ПРОМИСЛОВОСТІ

У першому розділі проведено комплексний аналіз можливостей використання біогазу. Означені особливості основних технологій виробництва цього енергоресурсу та вирогідний хімічний склад останнього з потенційних для промислових підприємств джерел сировини.

Оцінено фізико-хімічні властивості біогазу як палива та порівняно їх із природним газом. Проаналізовано методичні підходи визначення основних паливних характеристик при спалюванні біогазових сумішей конкретного складу: нижчу теплоту згоряння, нормальну швидкість поширення полум'я, дійсні температури запалення та горіння, число Воббе, а також екологічні показники, такі як емісії вихлопних газів.

Визначені умови взаємозамінності природного газу з біогазом та відзначено неможливість прямого використання сирих, необроблених біогазових сумішей, через високий вміст в останніх діоксиду вуглецю та сірководню.

Проаналізовано техніко-економічні особливості а також класифіковано всі переваги та недоліки технологій попереднього очищення від сірководню та збагачення біогазу до якості біометану та відзначено оптимальні для застосування в умовах промислових підприємств, а саме – рідинна абсорбція та очищення металовмісними реагентами.

Також розглянуті вирішальні питання щодо доцільності застосування біогазових технологій в умовах конкретного підприємства та розглянуті особливості ефективного переведення на біогаз розповсюдженого енергетичного обладнання: газопоршневих та газотурбінних установок, а також топкових агрегатів, зокрема термічних та нагрівальних печей.

Зазначено можливості виробництва біогазу в Запорізькій області та вказані всі фактори, які слід враховувати при оцінці доцільності проекту використання біогазових технологій в ливарному цеху ВАТ «Запоріжсталь».

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЛИВАРНОГО ЦЕХУ ВАТ «ЗАПОРІЖСТАЛЬ» ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ БІОГАЗОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

У другому розділі представлений опис підприємства, а також об'єкта дослідження; розглянуті технології та обладнання ливарного виробництва.

Проведено енергетичне обстеження цеху та визначено, що в структурі його витрат на енергоресурси природний газ складає найбільшу частку, оскільки головним обладнанням цеху є саме різноманітні пічні установки періодичної та безперервної дії.

Обрано два найбільш відповідні агрегати, енергоефективність яких можливо підвищити за рахунок використання біогазових технологій – конвеєрне рециркуляційне сушило форм та стержнів виливниць із піщано-глинястих сумішей та спеціалізована піч відпалу лиття сталеливарної ділянки. Визначено всі граничні технологічні й екологічні критерії, а також вимоги зазначеного устаткування щодо можливості переведення на газоподібні суміші різної якості та калорійності.

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ БІОГАЗОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ЛИВАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

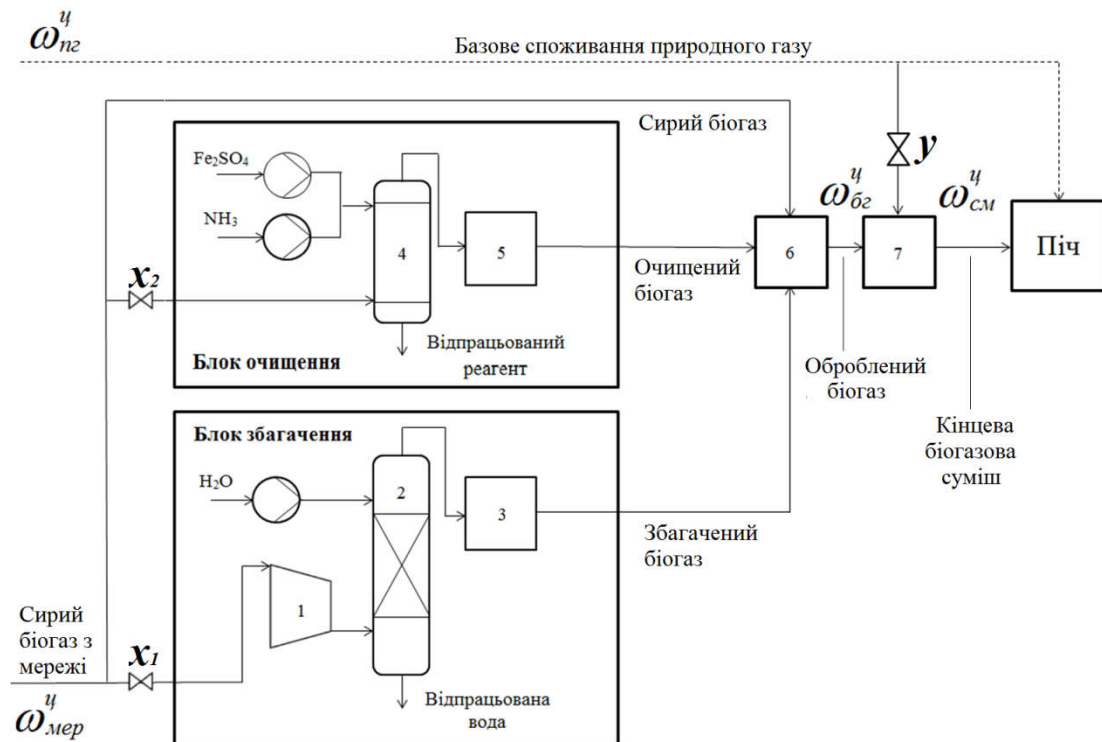
У третьому розділі визначено актуальність питання створення методики щодо ефективного використання біогазових технологій. Враховуючи, що рівень рентабельності їх впровадження буде залежати від конкретного складу енергоресурсу перед підведенням до пальникових пристроїв печей а також складу сирого біогазу, створено найбільш доцільну до впровадження у важкій промисловості схему ступінчастої обробки біогазу, що представлено на рисунку 1.

Запропоновано інструментарій щодо регулювання якістю вихідного із зазначеної схеми енергоресурсу в широкому діапазоні для визначення необхідної витрати біогазової суміші конкретного складу, забезпечуючи умови незмінності рівняння теплового балансу агрегату:

$$P_n^y = Q_{ng} \cdot \omega_{ng}^y \cdot \eta_{ng} = y \cdot Q_{ng} \cdot \omega_{ng}^y \cdot \eta_{ng} + Q_{bg} \cdot \omega_{bg}^y \cdot \eta_{bg} = Q_{cm} \cdot \omega_{cm}^y \cdot \eta_{cm} = const, \quad (1)$$

де P_n^y – теплова потужність печі, МДж/цикл; Q_{ng} , Q_{bg} , Q_{cm} – нижча теплота згоряння природного газу, обробленого біогазу та їх суміші, що планує

використовуватись, МДж/м³; ω_{ng}^u , ω_{bg}^u , ω_{cm}^u – середня витрата природного газу, прогнозована витрата біогазу та їх суміші відповідно за цикл, м³/цикл; \square_{ng} , \square_{bg} , \square_{cm} – коефіцієнти використання палива відповідно при спалюванні природного газу, біогазу та суміші.



x_1 - частка від загальної витрати сирого біогазу (від 0 до 1), що збагачується до максимальної межі; x_2 - частка від витрати рештисирого біогазу (від 0 до 1) очищується до максимальної межі; y - частка (від 0 до 1) від витрати природного газу за базовим варіантом енергозабезпечення; 1 – компресор; 2 – скруббер безперервного промивання зустрічним потоком; 3 – блок доочищення збагаченого енергетичного ресурсу; 4 – спеціальний резервуар для очистки; 5 – додатковий фільтр; 6 – первинний блок змішування газів; 7 – вторинний блок змішування газів.

Рисунок 1 – Блок-схема технології паралельної обробки біогазу для потреб промислових печей

Відзначено, що для визначення оптимального, з економічної точки зору, варіанту комбінованого енергозабезпечення пічних установок необхідно врахувати всі можливі параметри x_1 , x_2 , та y й відповідні при цьому техніко-економічні показники проекту використання біогазових технологій. Для вирішення цієї задачі створено відповідний алгоритм в якому цільовою функцією є сумарні приведені річні затрати, а метою є їх мінімізація:

$$Z_{\text{бг}} = y \cdot B_{\text{нг}} + C_{\text{бг}} + K_{\text{бг}} \cdot \varepsilon_n \rightarrow \min, \quad (2)$$

де $Z_{\text{бг}}$ – сумарні приведені річні затрати при варіанті використання біогазових технологій для енергозabezпечення пічних установок, грн./рік; $B_{\text{нг}}$ – річні затрати на природний газ при базовому варіанті енергозабезпечення, грн./рік; $C_{\text{бг}}$ – сумарні річні поточні витрати, що виникають при використанні біогазових технологій, грн./рік; $K_{\text{бг}}$ – необхідні капіталовкладення для впровадження біогазових технологій, грн.; ε_n – норматив ефективності повернення капіталовкладень, рік⁻¹.

За допомогою алгоритму розраховано економічні показники найвигіднішого варіанту використання біогазових технологій в ливарному цеху ВАТ «Запоріжсталь». При цьому економічний ефект складе майже 13 млн. грн. на рік.

ВИСНОВКИ

В роботі проведено комплексне дослідження енергетичних, техніко-економічних та екологічних аспектів використання біогазових технологій, як засобу підвищення енергоефективності технологічних процесів із використанням газоподібного палива в умовах промислових підприємств. За результатами роботи можна зробити наступні висновки:

1. Визначено умови доцільності та ефективності переведення розповсюдженого промислового енергетичного обладнання на біогаз: когенераційних та газотурбінних установок, топкових агрегатів, тощо.

2. Відзначено, що термічні та нагрівальні печі найпростіше пристосовуються до спалювання біогазових сумішей в широкому діапазоні їх якості та калорійності та не вимагають високого рівня обробки даного енергоресурсу перед використанням.

3. Через низьку економічну ефективність традиційних схем очищення та збагачення біогазу для можливості досягнення його мінімально-необхідної

якості розроблено більш відповідну схему та методику ступінчастої обробки біогазових сумішей за паралельним принципом.

4. Створено математичну модель та алгоритм для визначення оптимальних умов комбінованого енергозабезпечення термічних та нагрівальних печей в умовах промислових підприємств із використанням біогазових технологій.

5. Результати досліджень практично перевірено для визначення можливості підвищення енергоефективності найбільш відповідного для застосування біогазових технологій пічного устаткування ливарного цеху ВАТ «Запоріжсталь». При існуючих умовах за найбільш вигідним варіантом природний газ може бути заміщеним біогазом на 94%, а економічний ефект буде складати близько 13 млн. грн./рік.

6. Відзначено, що для ефективного застосування біогазових технологій найбільш доцільними є топкові агрегати, яким характерні великі та відносно постійні обсяги енергоспоживання. Разом із цим подальші дослідження в цьому напрямку слід приділити питанням оптимізації процесів спалювання біогазових сумішей, екологічним характеристикам продуктів згоряння та умовам ефективного зберігання та транспортування біогазу.